

Pesquisa e Desenvolvimento para o Agronegócio Pimenta no Ceará



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 118

Pesquisa e Desenvolvimento para o Agronegócio Pimenta no Ceará

*João Ribeiro Crisóstomo
Roselayne Ferro Furtado
Paulo Diógenes Barreto
Fábio Rodrigues de Miranda
Rubens Sonsol Gondim
Ervin Bleicher
Sandra Maria Moraes Rodriguez
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto
Edy Sousa de Brito
José Albérico de Araújo Lima
Rita de Cassia Alves Pereira
Raimundo Rodrigues da Rocha Filho
Jalmi Guedes Freitas
Luiz Luranilson Moraes Miranda Filho
Francisco de Assis Câmara Rabelo Filho*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *João Paulo Saraiva Moraes, Jorge Anderson Guimarães,
Antonio Calixto Lima, José Américo Bordini do Amaral,
Diva Correia, Ana Fátima Costa Pinto*

Supervisão editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisão de texto: *Ana Fátima Costa Pinto*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Fotos da capa: *Rubens Sonsol Gondim*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2008)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Pesquisa e desenvolvimento para o agronegócio pimenta no Ceará/
João Ribeiro Crisóstomo... [et al.]. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

36 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 118).

ISSN 1677-1915

1. Pimenta Tabasco - Produção - Brasil - Ceará. I. Crisóstomo, João Ribeiro et al. II. Série.

CDD 641.3384 (21.ed.)

© Embrapa 2008

Autores

João Ribeiro Crisóstomo

Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici, 60511-110, Fortaleza, CE

Roselayne Ferro Furtado

Bióloga, M. Sc. em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, roselayne@cnpat.embrapa.br

Paulo Diógenes Barreto

Engenheiro agrônomo, M. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, diogenes@cnpat.embrapa.br

Fábio Rodrigues de Miranda

Engenheiro agrônomo, Ph. D. em Agricultura de Precisão, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, fabio@cnpat.embrapa.br

Rubens Sonsol Gondim

Engenheiro agrônomo, M. Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, rubens@cnpat.embrapa.br

Ervino Bleicher

Engenheiro agrônomo, D. Sc., professor da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE, ervino@ufc.br

Sandra Maria Morais Rodrigues

Engenheira agrônoma, D. Sc., pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, sandra@cnpat.embrapa.br

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Químico, D. Sc. em Processos Bioquímicos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, gustavo@cnpat.embrapa.br

Edy Sousa de Brito

Químico, D. Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, edy@cnpat.embrapa.br

José Albérico de Araújo Lima

Engenheiro agrônomo, D. Sc., professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, albersio@ufc.br

Francisca Noelia Pereira Mendes

Farmacêutica, D. Sc., pesquisadora do Parque de Desenvolvimento Tecnológico, Fortaleza, CE, noeliafnpm@uol.com.br

Icaro Gusmão Pinto Vieira

Engenheiro Químico, D. Sc., professor da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE,
icarogpv@uol.com.br

Rita de Cassia Alves Pereira

Engenheira agrônoma, D. Sc. em Plantas Medicinais, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, cassia@cnpat.embrapa.br

Raimundo Rodrigues da Rocha Filho

Técnico agrícola da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, rfilho@cnpat.embrapa.br

Jalmi Guedes Freitas

Engenheiro agrônomo, M. Sc., analista da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB,
jalmi@cnpa.embrapa.br

Luiz Luranilson Morais Miranda Filho

Estudante de agronomia, bolsista CNPq/UFC, Fortaleza, CE, luizlu@bol.com.br

Francisco de Assis Câmara Rabelo Filho

Engenheiro agrônomo, pesquisador-bolsista, CNPq/UFC, Fortaleza, CE,
camara.filho@bol.com.br

Apresentação

As variedades de pimenta mais cultivadas no Brasil são conhecidas como pimenta malagueta, pimenta comari, pimenta de cheiro e chifre de veado. No Estado do Ceará, particularmente, a pimenta malagueta conhecida mundialmente como Tabasco tem sido cultivada e ganhado espaço no mercado interno e externo. Pelo fato das sementes serem importadas dos Estados Unidos, adaptações no sistema de produção são necessárias para a promoção do avanço do agronegócio pimenta no Estado.

No intuito de contribuir para o desenvolvimento dessa atividade econômica, foi realizado um estudo no período de 2001 a 2006, envolvendo pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical e da Universidade Federal do Ceará nas áreas de processamento agroindustrial, melhoramento genético e controle de pragas. A pesquisa contou com o apoio e a experiência de agricultores e da empresa Agropecuária Avaí.

Este documento apresenta um relato dos resultados obtidos nesse estudo que buscou o aprimoramento do pacote tecnológico da pimenta Tabasco desde a etapa do plantio até a pós-colheita e teve o apoio financeiro da Embrapa, CNPq e Banco do Nordeste.

Espera-se que as informações apresentadas neste trabalho possam contribuir para a melhoria do agronegócio pimenta, principalmente, para o Ceará.

Vitor Hugo de Oliveira

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Pesquisa e desenvolvimento para o agronegócio pimenta no Ceará	11
Diagnóstico de produção da pimenta cultivar Tabasco .	11
Resultados da pesquisa e desenvolvimento	13
Seleção na população Tabasco	13
Obtenção de progênies	13
Determinação do teor de capsaicinóides em progênies de pimentas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)	19
Sistema de manejo de pragas	23
Avaliação de resistências às viroses	24
Determinação das necessidades hídricas da cultura.....	26
Qualidade e processamento da polpa de pimenta..	30
Estimativas de coeficientes técnicos	33
Referências	35

Pesquisa e Desenvolvimento para o Agronegócio Pimenta no Ceará

João Ribeiro Crisóstomo

Roselayne Ferro Furtado

Paulo Diógenes Barreto

Fábio Rodrigues de Miranda

Rubens Sonsol Gondim

Ervino Bleicher

Sandra Maria Moraes Rodriguez

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Edy Sousa de Brito

José Albérico de Araújo Lima

Rita de Cassia Alves Pereira

Raimundo Rodrigues da Rocha Filho

Jalmi Guedes Freitas

Luiz Luranilson Morais Miranda Filho

Francisco de Assis Câmara Rabelo Filho

Diagnóstico de Produção da Pimenta Cultivar Tabasco

Por tratar-se de um cultivo relativamente recente, cujo pacote tecnológico foi introduzido da América Central (Costa Rica), considerando a falta de experiência no manejo cultural e fitossanitário dos nossos produtores e a rápida expansão da área, alguns problemas surgiram na produção da pimenta Tabasco. Isso levou os produtores e a agroindústria do setor a procurarem a Embrapa e a Universidade em busca de informações. A partir daí, a Embrapa efetuou um levantamento da realidade deste agronegócio (EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2001). O resumo do diagnóstico é apresentado a seguir.

A produtividade variava de 7 a 10 t/ha e alguns produtores empregavam a consorciação, principalmente, com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*).

Entre os sistemas de irrigação utilizados, praticavam-se a irrigação de superfície (sulcos), aspersão e localizada. Ressalta-se que, as necessi-

dades hídricas da cultura nos seus diferentes estádios ainda não eram conhecidas.

Em relação à fitossanidade, constataram-se áreas com bom aspecto fitossanitário e outras com sintomas de *Fusarium* sp., viroses e outras fitomoléstias não identificadas “in loco”. Quanto à incidência de pragas, foi identificada a presença de pulgão (*Myzus persicae*), tripses (*Thrips palmi*), mosca-minadora (*Liriomyza* sp.), ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), e ácaro-vermelho (*Tetranychus marianae*) e mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B). Essa última, tem efeito indireto na produção e na qualidade da polpa.

Quanto ao genótipo utilizado, verificou-se acentuada desuniformidade entre as plantas em alguns cultivos. Isso certamente, é causado pela interação genótipo x ambiente e a segregação de locos em heterozigose. Tendo em vista que a cultivar Tabasco foi selecionada para as condições dos Estados Unidos, é natural que a mesma concentre alelos adaptados a essas condições, sendo esperado um certo “stress” com exposição da variabilidade genética potencial, quando cultivada nas condições do Ceará. Outro aspecto sobre a cultivar, diz respeito ao fato de a semente para plantio ser, anualmente, reintroduzida pela empresa local. Esse processo é oneroso e demorado, uma vez, que é necessária obediência às normas fitossanitárias do país, com decorrentes atrasos nos plantios de algumas áreas.

Em relação ao processo de obtenção e preparo da polpa para exportação, constatou-se a necessidade de ajustes no sistema de produção importado da Costa Rica. Além disso, foi levantado o fato de a coloração dos frutos produzidos por alguns produtores do Vale do Curu, Ceará, não estar atingindo o padrão previamente estipulado.

A partir desse diagnóstico foram iniciadas atividades de pesquisa conforme seqüência cronológica a seguir. Em 2002, foi aprovado um projeto de seleção nas cultivares comerciais de pimenta *C. frutescens*, junto ao Banco do Nordeste. Em 2003, foi aprovado um subprojeto sobre seleção e avaliação de diferentes tipos de pimentas, como atividade

de um projeto de melhoramento genético, coordenado pela Embrapa Hortaliças. Ainda em 2003, foi aprovado um projeto junto ao CNPq que envolveu ações nas áreas de melhoramento genético, de entomologia, de irrigação e de tecnologia de alimentos (CRISÓSTOMO, 2005). Esse projeto, sob a coordenação da Embrapa Agroindústria Tropical, envolveu parcerias com a Universidade Federal do Ceará (UFC), empresa local de produção de pimenta, colaboração do CENTEC e PADETEC.

A maioria dos experimentos foi conduzida no Campo Experimental do Curu, da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Paraipaba-Ceará, no Vale do Curu, complementada por atividades de seleção de plantas em áreas comerciais nos Vales do Jaguaribe e Acaraú. As análises físico-químicas das amostras foram realizadas nos Laboratórios da Embrapa Agroindústria Tropical e no Parque de Desenvolvimento Tecnológico (PADETEC). A avaliação de genótipos quanto à resistência a vírus foi realizada no Laboratório de Virologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia da UFC. Nos tópicos seguintes, serão apresentados e discutidos as atividades e os resultados das pesquisas desenvolvidas.

Resultados da Pesquisa e Desenvolvimento

Seleção na população Tabasco

Foi aplicada seleção recorrente na população original Tabasco em áreas comerciais do Estado, com base em estudo preliminar da variação fenotípica existente (CRISÓSTOMO et al., 2004). As etapas por atividade são discriminadas a seguir.

Obtenção de progênes

- a) **Seleção Massal Estratificada no Campo.** Foram selecionadas 740 plantas em áreas comerciais da cultivar em municípios dos Vales do Jaguaribe, do Curu e do Acaraú, sendo 400 no primeiro período (2002/2003) e o restante em 2004 e 2005. O estrato de seleção foi de três metros lineares de plantas competitivas, onde foram selecionadas aquelas que se destacaram nos critérios vigor, produtividade,

sanidade, tamanho e cor vermelha do fruto. Esse último critério obedece a uma escala de cor fornecida pelo importador, que constitui fator decisivo na qualidade da polpa, sendo controlada antes da exportação.

- b) **Nova seleção no laboratório.** As plantas selecionadas na atividade anterior foram beneficiadas, individualmente, alcançando-se o peso do fruto e a porcentagem de polpa. Com esses dados, efetuou-se a análise de variância, obtendo-se os parâmetros populacionais (média, variância e desvio padrão). A partir dessas estimativas, procedeu-se nova seleção elegendo-se as amostras com peso médio do fruto e porcentagem de polpa, com média igual ou superior a um desvio padrão. Assim, das 400 plantas selecionadas inicialmente, foram eleitas 50 (IS = 12,5%) para teste de progênes. Parte das sementes das amostras selecionadas foi semeada no viveiro permanecendo de 40 a 55 dias antes do transplante definitivo. O restante (semente remanescente) foi preservado na câmara de sementes da UFC.

Avaliação de progênes em 2003/2004 e 2004/2005. Foi conduzido um primeiro experimento em Paraipaba (Fig. 1), sob o delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições e 52 tratamentos, sendo as 50 progênes, a testemunha TM e uma amostra denominada SM1, constituída da mistura eqüitativa de sementes das 50 progênes eleitas na etapa anterior. Nesse experimento, foram obtidas estimativas de parâmetros genéticos e do ganho na seleção entre progênes em relação à população original (VENCOVSKY, 1987), para os caracteres produtividade e teor de capsaicinóides total. O segundo experimento foi formado a partir das 20 progênes superiores para a produtividade e para capsaicinóides totais do ensaio anterior, empregando-se a semente remanescente. O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco repetições e 22 tratamentos, ou seja, as 20 progênes e as testemunhas TM e SM1 já mencionadas anteriormente. Esse experimento, também, foi conduzido no Campo Experimental do Curu, em Paraipaba, de abril de 2004 a janeiro de 2005. Os caracteres produtividade e teor de capsaicinóides totais foram avaliados.



Foto: João Ribeiro Crisóstomo

Fig. 1. Teste de progênies em Paraipaba, CE.

Foi realizada a análise conjunta dos dois experimentos conduzidos em Paraipaba, nos dois anos agrícolas alcançados pelo projeto. Isso possibilitou a obtenção das estimativas dos efeitos ano e interação genótipo x ano para os caracteres, produção e teor de capsaicina (CRUZ; REGAZZI, 2001).

A análise de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos visando à seleção, com base no ensaio de 2003/04, encontram-se nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. O teste F detectou diferença significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade para a produtividade a 1% para capsaicina (Tabela 1). O rendimento médio do experimento foi de 17,73 t/ha e de 44.480 unidade de calor Scoville (SHU), unidade que mede o teor de capsaicina. A média das cinco melhores progênies, (23,35 t/ha e 55.494 SHU) superou a média da testemunha TM em 8,14% e 15,66%, respectivamente, para aqueles caracteres (Tabela 1). Os valores para as estimativas dos parâmetros genéticos demonstraram a existência de variabilidade genética na população avaliada para os dois caracteres, principalmente, para o teor de capsaicina que apresentou os valores das estimativas da herdabilidade (h^2) e do coeficiente de variação genética (CVg) superiores aos obtidos para o caráter produção (Tabela 2).

Adotando-se uma intensidade de seleção de 10% foram obtidas as estimativas do progresso genético esperado pela seleção entre progênies sendo de 8,12% para produção e de 12,72% para o teor de capsaicina, respectivamente (Tabela 3). O maior valor de ganho genético para o teor de capsaicina foi consequência da maior variabilidade genética para esse caráter e do menor erro experimental associado ao mesmo. Isso pode ser visualizado pela maior estimativa de h^2 e pelo menor CV experimental (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Estimativas para produtividade e para o teor de capsaicina do experimento, das cinco progênies superiores e comparação em % da testemunha (TM) das 50 progênies avaliadas em Paraipaba, CE, 2003/04.

Tratamentos e parâmetros populacionais	Produtividade (t/ha)	Teor de capsaicina (SHU)
Média das 5 progênies superiores	23,35	55.494
Média da testemunha TM	21,45	46.804
Média do experimento	17,73	44.480
F tratamento	1,37*	2,63**
Desvio padrão	6,11	6.400,60
CV%	34,44	14,38

*e** Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Estimativas da variância ambiental (σ^2_e), genética (σ^2_g), fenotípica (σ^2_F), da herdabilidade (h^2) e do coeficiente de variação genética (CVg), relativos aos caracteres produção e teor de capsaicina, de 50 progênies de pimenta originadas da cultivar TM, avaliadas em Paraipaba, CE em 2003/2004.

Caráter	Estimativas dos parâmetros				
	σ^2_e	σ^2_g	σ^2_F	$h^2(\%)$	CVg(%)
Produção	37,3	2,8	40,1	25,6	9,4
Teor de Capsaicina	40.967.552,4	22.259.036,8	63.226.588,4	51,4	10,6

Tabela 3. Estimativas do progresso genético esperado, na produtividade e no teor de capsaicina, pela seleção entre progênies de pimenta TM avaliadas em Paraipaba, considerando uma intensidade de seleção de 10% (2004/2005).

Caráter	Unidade	Progresso genético esperado em relação à média do experimento
Produção	t/ha	1,44
	%	8,12
Teor de capsaicina	SHU	5.657,99
	%	12,72

A Tabela 4 contém os resultados da análise conjunta dos ensaios conduzidos nos dois anos agrícolas, em um só local. O teste F para tratamento não acusou significância para o caráter produção, embora o valor do F calculado tenha ficado muito próximo do valor tabelado. Quanto à capsaicina, o teste F foi significativo a 1% de probabilidade, confirmando diferenças entre os genótipos. Não se verificou significância na interação genótipo x ano, para os dois caracteres. Por outro lado, observou-se elevada significância (0,1% de probabilidade) do efeito ano, para os dois caracteres. Isso torna evidente que os genótipos apresentaram resultados bastante diferenciados em cada ano, demonstrando que a pimenta é bastante sensível às alterações do ambiente. O efeito não significativo da interação genótipo x ano, foi favorável à seleção praticada no ano anterior (ensaio de 2003), indicando que não houve alteração no “ranking” dos tratamentos.

A média geral da análise conjunta foi de 9,83 t/ha e de 59.306 SHU, para a produtividade e para capsaicinóides totais, respectivamente, sendo a produtividade inferior e o teor de capsaicina superior aos resultados de 2003 (Tabelas 1 e 4). Considerando que, as análises do teor de capsaicina, nos dois experimentos, foram efetuadas no mesmo laboratório, certamente a acentuada diferença apresentada tem forte componente ambiental, associado às condições edafoclimáticas. A média das cinco progênies superiores foi de 11,18 t/ha e de 65.929 SHU, respectivamente, para a produção e capsaicinóides totais.

Essas médias foram superiores às da testemunha TM em 13,14 % e 13,81%, respectivamente, para a produção e o teor de capsaicina. É importante destacar, que esses percentuais foram semelhantes aos encontrados no ensaio de 2003 (Tabela 1), o que fortalece a seleção praticada.

Tabela 4. Resultado da análise conjunta de ensaios de progênies de pimenta (*Capsicum frutescens* L.), avaliados em dois anos agrícolas (2003/04 e 2004/05), em Paraipaba, CE.

Estimativas experimentais	Produtividade (t/ha)	Capsaicinóides totais
Média geral	9,831	59.3006,32
Média das progênies superiores	11,184	65.925,20
Testemunha (TM)	9,886	57.925,00
F. tratamento	1,05 ^{ns}	2,24 ^{**}
F. ano	393,81 ^{***}	162,94 ^{***}
F. Int. genótipo x ano	0,95 ^{ns}	1,02 ^{ns}
CV (%)	31,30	13,25
Desvio padrão	3.076,45	7.861,60

* **, ***. Significativo a 5 %, 1 % e 0,1 % de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não-significativo.

Com base nos resultados experimentais, foram utilizadas as sementes remanescentes de nove melhores progênies e estabelecidos nove campos de pequeno aumento genético (cpag) e um lote de recombinação genética envolvendo os mesmos. Esses foram implantados no Campo Experimental do Curu, em Paraipaba, em julho de 2005.

A multiplicação controlada desses genótipos constituiu a população de ciclo 1, derivada da TM, com melhor adaptabilidade às condições do Ceará, particularmente no Vale do Curu, onde foram conduzidos os experimentos. A partir de acertos com os atores do agronegócio pimenta, esse germoplasma deverá ser fornecido regularmente aos produtores. Dessa forma, poderá ser evitada a importação periódica da semente dos EUA e seus inconvenientes, destacando-se a falta de semente na época adequada ao plantio e o risco fitossanitário.

Determinação do teor de Capsaicinóides em progênies de pimentas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

O valor da pimenta consiste nos seus atributos sensoriais, cor, pungência e aromas. O grupo de alcalóides chamados capsaicinóides que são típicos dessas plantas são responsáveis pela pungência do fruto da pimenta. Doze compostos têm sido identificados (KOBATA et al., 1998). Todd et al. (1977) determinaram os níveis de contribuição de cinco capsaicinóides para a sensação oral da pimenta, ou seus derivados, por exemplo, capsaicina, dihidrocapsaicina e nordihidrocapsaicina foram indicados como responsáveis por sensação rápida e pungência próxima do palato e da garganta, enquanto homocapsaicina e homodihidrocapsaicina produziram uma sensação de ardor longa, e de baixa intensidade na região média da boca e palato.

Capsaicinóides são derivados de compostos fenilpropanóides (GOVINDARAJAN; SATHYANARAYANA, 1991; SUDHAKAR et al., 1992) e são caracterizados por uma atividade biológica elevada, tendo sua eficácia farmacológica, neurológica e dietética bem conhecida. Eles influenciam os receptores de dor, os detectores periféricos e centrais de calor e as aortas pulmonares, mesmo quando os teores de capsaicinóides são baixos e mostram um efeito positivo no metabolismo (GOVINDARAJAN; SATHYANARAYANA, 1991).

O primeiro método de quantificação de pimentas foi o organoléptico, conhecido como método Scoville. O método Scoville envolvia uma série de provadores de pimenta, treinados, que avaliavam a pungência com base no ardor e duração que elas produziam. O resultado era dado para as pimentas como escala de pungência por humanos. Mas é difícil de ser reproduzido e muito subjetivo. A unidade pungência Scoville, contudo, permanece como padrão na indústria de alimentos. Os níveis de pungência em Scoville para um capsaicinóide individual permitem calcular a sensação do calor percebido de um dado produto à base de pimenta (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação da pungência de várias pimentas em Scovilles.

Mild bell pepper	0
Paprika	0-150
Bell peppers	100-600
NuMex Big Jim	500-1.000
Jalapenos	2.500-5.000
Cayenne	30.000-50.000
Tabasco	30.000-50.000
Habaneros	200.000-300.000
Capsaicina pura	16.000.000

Fonte: WIKIPEDIA (2008).

Para a análise por HPLC dos capsaicinóides das progênies de pimenta do programa de melhoramento genético foi utilizado o método Capsaicinóides em *Capsicum* e Seus Extrativos, descritos nos métodos da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000). Para a realização dessas análises foi necessário, inicialmente, desenvolver um método para isolar os padrões de capsaicina que após validação seriam utilizados para calibrar o HPLC antes das análises. Como o teor de capsaicina varia de 0,003% a 0,32% na pimenta vermelha seca, não seria possível utilizar esta diretamente para obtenção do padrão. Assim, a partir de pimentas secas foi preparada uma oleoresina (2,5-8% de capsaicinóides totais) que, em seguida, foi purificada, utilizando-se HPLC semi-preparativo para isolar a capsaicina.

Os picos obtidos do cromatograma da oleoresina, em 10,68 e 11,45 minutos, foram coletados. Após várias injeções, as frações obtidas foram reunidas e concentradas em evaporador rotativo a vácuo. Esses extratos foram analisados por HPLC em condições analíticas e, em seguida, por análise em ultravioleta e ressonância magnética para verificar sua identidade e pureza. Com a análise dos espectros, verificou-se que o pico em 19,68 minutos correspondeu a capsaicina e o pico em 11,45 minutos correspondeu a dehidrocapsaicina, ambos com pureza satisfatória para serem utilizados como padrão nas análises para determinação do teor de capsaicinóides em pimentas.

Após o isolamento e caracterização do padrão, foi iniciado o desenvolvimento da metodologia para controle de qualidade da pimenta, *Capsicum frutescens* cultivar Tabasco. A técnica adotada para análise por HPLC é a descrita na AOAC, com a adaptação descrita a seguir. Após os métodos de controle serem implementados foram estabelecidos os teores médios de cada análise realizada em SHU ou Scovilles e realizado o acompanhamento dos teores dos capsaicinóides.

Características gerais da técnica: Capsaicinóides em *Capsicum* e seus extrativos

– Método por HPLC é aplicável à determinação de capsaicinóides em pimentas vermelhas, chilli, cayenna, jalapeno, e oleoresinas de pimenta vermelha na faixa de 750 a 650000 SHU (*Scoville Heat Units*).

Os ensaios foram realizados utilizando-se os seguintes parâmetros:

Cromatógrafo: “loop” de injeção: 20 µL; detector: UV a 280 nm; temperatura: 20-25 °C; vazão: 1,5 mL/min – isocrático.

Tempo de retenção relativo (min): capsaicina: 1,00; dihidrocapsaicina: 1,58; nordihidrocapsaicina: 0,90.

Coluna: coluna – C18, 150 x 4,6 mm empacotada com partícula de 5 µm. Com coluna de guarda.

Fase móvel: 400 mL de acetonitrila com 600 mL de água contendo 1% de ácido acético (v/v).

Padrão: diluição da capsaicina padrão com etanol, para produzir uma solução com aproximadamente 0,15 mg/mL. Proteger a solução padrão da luz solar direta. Utilizar essa solução para todos os tipos de pimenta, exceto “chile pepper”.

Preparação da amostra: pimentas inteiras ou moídas – pesagem de cerca de 12,5 g de pimenta em um balão de fundo chato e adição de 100 mL de etanol. Adição de pedras de ebulição e refluxo por 1,5 horas (refluxo brando). Após este período, o balão é deixado resfriar e retirado 1–4 mL de amostra para ser filtrado (filtro de 0,45 µm). Usar o filtrado diretamente no cromatógrafo.

Determinação: injeção de 20 µL da solução padrão e 20 µL da amostra. Fazer as injeções em duplicata para determinar a área média de cada pico. Após seis injeções das amostras, o cromatógrafo é lavado com acetonitrila, vazão de 1,5 mL/min, por 30 minutos.

Cálculos: os três principais capsaicinóides são: nordihidrocapsaicina (N), capsaicina (C) e dihidrocapsaicina (D). A soma dos capsaicinóides é calculada como a soma desses compostos [N + C + D: em SHU; 1µg de capsaicinóides/g totais = 15 SHU].

$$N = (P_n/P_s).(C_s/wt).(100/0,95^*).9300$$

$$C = (P_l/P_s).(C_s/wt).(100/1,00).16100$$

$$D = (P_d/P_s).(C_s/wt).(100/0,99^{**}).16100$$

Onde:

P_n , P_c e P_d = área média dos picos da nordihidrocapsaicina, capsaicina e dihidrocapsaicina, respectivamente, obtidos de duas injeções.

P_s = área média do padrão;

C_s = concentração do padrão (mg/mL);

W_t = peso da amostra (g);

$$* \Rightarrow (PM \text{ nordihidrocapsaicina} / PM \text{ capsaicina}).0,99 = (293/305).0,99 = 0,95;$$

$$** \Rightarrow (PM \text{ dihidrocapsaicina} / PM \text{ Capsaicina}).0,99 = (307/305). 0,99 = 0,99$$

Embora a especificação descrita na literatura, para o teor total de capsaicina, seja entre 30.000 e 50.000 SHU, para a pimenta Tabasco, os valores obtidos tanto para a testemunha como para as progênies, são próximos ao limite superior dos valores relatados na literatura.

Observa-se que os teores relativos de nordihidrocapsaicina, capsaicina e dihidrocapsaicina (teores médios) são 1,1%, 70,38% e 28,5%, respectivamente, para a maioria das progênies. Entretanto, para algumas progênies esses valores apresentaram uma distribuição diferente (nordihidrocapsaicina (0,8%), capsaicina (52,0%) e dihidrocapsaicina (47,2%).

Sistema de manejo de pragas

No experimento, realizado no Campo Experimental do Curu, em Parai-paba, buscou-se identificar as pragas da pimenteira e estabelecer comparações entre os tipos de controle, visando uma proposta de manejo para as principais pragas da pimenta Tabasco. No intuito de padronizar o experimento, todas as parcelas receberam uma pulverização com inseticida. Para isso, foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

- Testemunha – sem aplicação de inseticida durante todo o ciclo, exceto na padronização.
- Controle sistemático – aplicação de inseticida comercial quando verificada a presença de qualquer fitófago.
- Controle supervisionado – aplicação de inseticida comercial mediante a padronização de níveis de controle (discriminados a seguir).
- Controle quinzenal – aplicação de inseticida natural à base de “neem” (Natuneem).
- Manejo Integrado das Pragas (MIP) – controle efetuado com inseticida seletivo quando o nível de controle para cada praga foi atingido.

Os níveis de controle adotados para as diferentes pragas são apresentados a seguir:

- Pulgão: 5% das amostras com brotações atacadas.
- Ácaro-branco: 40% das amostras com folhas novas atacadas.
- Tripes: 5% das amostras com folhas do ponteiro infestadas.
- Traça-dos- frutos: 10% de frutos atacados no ramo de amostra.
- Mosca-branca: 5% das amostras com folhas novas infestadas.

Os resultados desta pesquisa indicaram que a ocorrência de pulgão e ácaro-branco foi superior a de outras pragas e, por isso, foram feitas mais pulverizações, visando o controle dos mesmos.

Esse fato indica que os níveis inicialmente estipulados para essas duas pragas podem ser elevados. No entanto, os níveis de controle estudados foram adequados para um protótipo de manejo para as pragas.

A partir dos níveis de controle adotados para cada praga, verificou-se que a utilização da proposta de MIP aqui apresentada, representa uma economia para o produtor, pois foram aplicados apenas oito pulverizações durante o ciclo, contra 17 no sistema de controle sistemático praticado pelo produtor (Tabela 6). Vale salientar, que o produtor faz aplicações mesmo na ausência de possíveis pragas, acreditando que assim estaria mais “seguro”, o que aumenta o número de pulverizações.

Tabela 6. Número de pulverizações durante o ciclo da cultura e porcentagem média de infestação de pragas (número de ocorrência na amostragem, total de 18), inimigos naturais e produtividade. Paraipaba, CE. 2004.

Tratamentos	Pulverizações	Porcentagem de infestação				kg/parcela ⁽¹⁾
		Pulgão ⁽¹⁾	Ácaro-branco ⁽¹⁾	Traça ⁽¹⁾	Inimigos naturais ⁽¹⁾	
Testemunha	1	15	5,7	12,5	5,35	87,74
Controle sistemático	14	25	5,7	9,0	9,65	85,90
Controle supervisionado	10	28	10	7,5	10,7	85,22
Neem sistemático	17	15	2,9	11,5	6,45	92,94
Manejo integrado	8	18	2,9	7,5	9,7	91,60

⁽¹⁾Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à produção.

Avaliação de resistência às viroses

As doenças exigem especial atenção no cultivo da pimenta, tendo em vista o potencial delas em reduzir o crescimento e a produção, além de provocarem sintomas com efeitos negativos na produtividade, podendo ocasionar até a morte das plantas.

Entre as principais doenças que afetam a pimenta no Brasil, destaca-se a virose ocasionada pelo vírus-Y-da-batata (*Potato virus Y-PVY*) da família *Potyviriidae*, gênero *Potyvirus*.

O PVY é transmitido por afídeos e causa danos irreversíveis, principalmente, quando ocorre no início do ciclo da cultura. Os sintomas em plantas infectadas podem se apresentar na forma de mosaico (leve e severo), deformação foliar, redução do limbo e clorose.

Nesse sentido, foi realizado um estudo de avaliação do comportamento de 14 genótipos de pimenta Tabasco, desenvolvidas pela Embrapa, frente a um isolado de PVY, em condições de casa de vegetação (Tabela 7).

As plantas foram inoculadas por processo mecânico e observadas após 25 a 30 dias. Ao final desse período, amostras foliares das plantas inoculadas (infectadas ou não) foram submetidas ao ensaio imunoenzimático ELISA indireto, contra anti-soro específico para o PVY.

Tabela 7. Reações sintomatológicas e resultados sorológicos de 14 genótipos de pimenta inoculados com isolado de Potyvirus de *Capsicum frutescens*.

Cultivar	PVY	
	Sintomatologia	Sorologia ⁽¹⁾
CNPAT 2001-119	MS	+
CNPAT 2001-26	MS, BL	+
CNPAT 2001-28	MS, BL	+
CNPAT 2001- 32	MS, BL	+
CNPAT 2001- 53	MS	+
CNPAT 2001-60	MS, BL	+
CNPAT 2001-65	MS, BL	+
CNPAT 2001-78	MS, BL	+
CNPAT 2001-143	MS	+
CNPAT 2001-314	MS, BL	+
CNPAT 2001-327	MS, BL	+
CNPAT 2004/1	MS, BL	+
CNPAT 2001-SMI	ML	+
Resistente V	S/S	-

⁽¹⁾BL: Bolhosidade; ML: mosaico leve; MS: mosaico severo; S/S: sem sintoma.

A Tabela 7 indica que dos 14 genótipos de pimenta Tabasco obtidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa, 12 mostraram-se altamente susceptíveis: CNPAT 2001-119, 2001-26, 2001-28, 2001-32, 2001-53, 2001-60, 2001-65, 2001-78, 2001-143, 2001-314, 2001-327, 2004/1, apresentando mosaico severo e alguns sintomas de bolhosidade e deformação foliar. O genótipo CNPAT 2001/SMI apresentou clorose leve e somente um genótipo demonstrou elevada resistência ao vírus, pela ausência de qualquer indício sintomatológico e sorologia negativa para PVY.

Determinação das necessidades hídricas da cultura

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Curu, em Paraipaba, no período de novembro de 2003 a setembro de 2004.

A evapotranspiração (ETc) foi determinada utilizando-se um lisímetro de pesagem de dimensões 1,5 x 1,5 m, por 1 m de profundidade, tipo caixa metálica apoiada sobre um balança de precisão (Fig. 2). A área total do cultivo foi de 0,8 ha.

Valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica foram medidos em uma estação meteorológica automática instalada ao lado do experimento.



Fig. 2. Pimenta em área do lisímetro.

Os dados meteorológicos foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o) diária pelo método FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998).

A evapotranspiração diária da cultura (ET_c) foi calculada pela diferença entre as leituras do lisímetro às 5 h e às 19 h. Foi calculado o coeficiente de cultivo (K_c) para cada dia do ciclo da cultura pela equação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Valores médios de coeficiente de cultivo (K_c) foram calculados para as fases inicial, intermediária e final.

Para a determinação da fração do solo coberta pela cultura, a superfície do lisímetro de pesagem foi fotografada, semanalmente, com uma câmera digital, posicionada a 3 m de altura. A seguir, as imagens digitais foram analisadas e a fração do solo coberto pela cultura foi determinada utilizando o programa SIARCS – Sistema Integrado para Análise de Raízes e da Cobertura do Solo, versão 3.0, desenvolvido pela Embrapa Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDIA) (Fig. 3 e 4).

Foto: Fábio Rodrigues de Miranda



Fig. 3. Fotografia da pimenta com área de estudo delimitada.

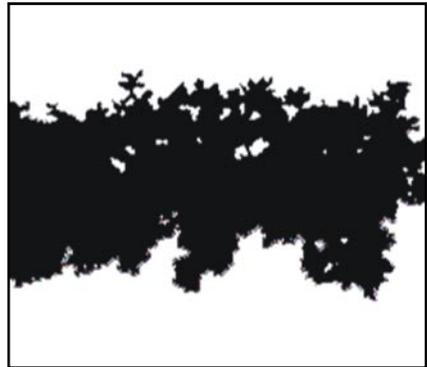


Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

Fig. 4. Imagem da cobertura vegetal da pimenta após binarização no SIARCS.

O ciclo total da cultura foi de 300 dias (Fig. 5). Observou-se um período de rápido crescimento vegetativo, entre 68 e 120 dias após o plantio (DAP), e um segundo fluxo de crescimento, dos 180 aos 200 DAP. A colheita dos frutos iniciou-se aos 140 DAP e estendeu-se até 290 DAP (Fig. 6). Ao longo do período de colheita, foram observados dois picos de produção, o primeiro entre 145 e 165 DAP e o segundo entre 220 e 260 DAP. A produtividade obtida foi de 7.100 kg ha⁻¹.

Foto: Rubens Sonsol Gondim



Fig.5. Vista parcial da área experimental.

Foto: Rubens Sonsol Gondim



Fig. 6. Colheita no experimento.

Os valores diários da evapotranspiração da pimenta variaram de 0,8 a 5,6 mm. d⁻¹. A ETC acumulada ao longo do ciclo da cultura foi de 888 mm. Os valores diários do coeficiente de cultivo (Kc) variaram de 0,20 durante o período de estabelecimento da cultura a até 1,30 (Fig. 7). Dois períodos de Kc máximo foram observados, coincidindo com os dois picos de florescimento e desenvolvimento dos frutos, ocorridos entre 90 DAP e 120 DAP, e entre 200 DAP e 220 DAP. Durante as primeiras colheitas (a partir de 140 DAP), os valores de Kc diminuíram rapidamente, voltando a aumentar durante o segundo fluxo de crescimento vegetativo (180 DAP aos 200 DAP).

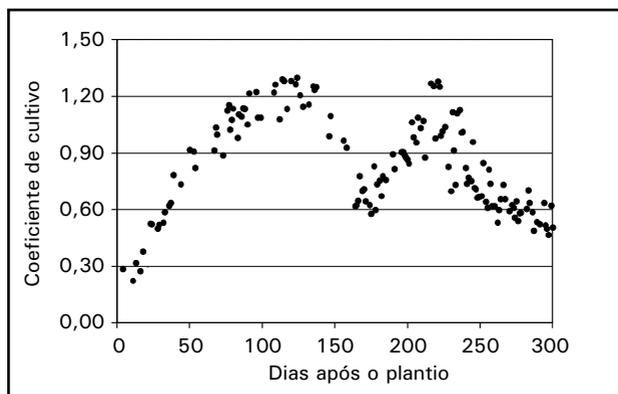


Fig. 7. Variação diária do coeficiente de cultivo (Kc) observada para a pimenta Tabasco, em Paraipaba, no período 2003/2004.

Foram observados valores médios de coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura da pimenta Tabasco de 0,3, 1,22 e 0,65 para as fases inicial, intermediária e final, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de coeficientes de cultivo observados nas diferentes fases fenológicas da pimenta Tabasco, em Paraipaba, CE, no período 2003/2004.

Fase fenológica	Kc determinado
Inicial	0,30
Intermediária	1,22 – 1,16 ⁽¹⁾
Final	0,65 – 0,55 ⁽²⁾

⁽¹⁾Valores observados durante o primeiro e o segundo picos de florescimento, respectivamente.

⁽²⁾Valores observados ao final do primeiro e segundo picos de colheita, respectivamente.

Qualidade e processamento da polpa de pimenta

A fermentação de vegetais ocorre, fundamentalmente, pela ação de bactérias lácticas, embora outros microrganismos possam estar envolvidos. Pepino, repolho, azeitona e pimenta são os vegetais mais fermentados para a elaboração de produtos comerciais. O processo de fermentação de vegetais inicia-se com a adição de sal, em geral, o cloreto de sódio.

Apesar de encontrarmos inúmeras referências acerca da fermentação de pepino, repolho e azeitona, pouco se sabe a respeito da fermentação láctica da polpa de pimenta, sendo encontrados apenas relatos dispersos pela internet. No pacote tecnológico atual, a polpa só está apta para ser exportada após quatro semanas de fermentação.

Nesta pesquisa foram avaliadas as alterações físico-químicas que ocorreram durante o processo de fermentação láctica da polpa de pimenta.

As polpas foram produzidas pela empresa Agropecuária Avaí, localizada em Limoeiro do Norte, CE, e transferidas para o Laboratório de Processos Industriais (planta-piloto) da Embrapa Agroindústria Tropical. Semanalmente, foram retiradas amostras para a realização de análises físico-químicas e químicas.

As determinações de açúcares redutores e totais, Brix, pH, acidez titulável foram feitas conforme o Instituto Adolfo Lutz (1985). Cor (Lab) foi medida em colorímetro. Ácidos orgânicos foram identificados por cromatografia líquida, utilizando-se coluna C₁₈, e as análises de capsaicinóides foram feitas por cromatografia líquida, de acordo com o método da AOAC (2000).

Os resultados dessa pesquisa indicaram que a cor da amostra sofreu pouca alteração com relação à luminosidade (*L*), bem como os parâmetros *a* e *b*, ao longo da fermentação (Tabela 9). Os parâmetros de cor instrumental demonstraram pequenas variações, fazendo com que a polpa fermentada conservasse a coloração vermelho-intensa, caracte-

terísticas da polpa recém-preparada. A concentração de ácido láctico aumentou durante a fermentação, coincidindo com a diminuição do pH e o aumento da acidez (Tabela 9). O aumento da acidez e a redução de pH da polpa observados foram atribuídos ao aumento da concentração de ácido láctico decorrente do processo fermentativo mediado por bactérias lácticas homofermentativas. Não foi detectada a presença de outros ácidos orgânicos, como cítrico, málico, acético e propiônico, o que poderia contribuir com o nível de acidez e indicar a presença de contaminantes.

Tabela 9. Valores de cor, acidez, ácido láctico e pH durante a fermentação da polpa de pimenta da cultivar Tabasco, no Ceará (2003-2005).

Semana	Cor			Acidez (g ácido cítrico)	Ácido láctico (g/100 g)	pH
	L	a	b			
0	38,5	40,6	35,2	0,3	0,29	5,31
1	38,7	41,9	36,9	0,45	1,56	4,75
2	38,1	41,1	35,3	0,45	1,63	4,6
3	37,7	37,5	34,8	0,51	1,93	4,5
4	39,7	37,3	33,8	0,52	2,24	4,31
5	36,9	36,3	30,7	0,55	1,82	4,47
6	36,8	38,8	33,9	0,6	1,53	4,34

As concentrações de açúcares e o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) diminuíram com a fermentação. Já os teores de carotenóides totais e de vitamina C aumentaram, provavelmente devido à liquefação dos tecidos (Tabela 10). A redução nos teores de açúcares totais e redutores indica que existe um processo fermentativo em curso, pois os microorganismos presentes utilizam esses componentes como fonte de carbono e energia para seus metabolismos.

Tabela 10. Valores de açúcares redutores, açúcares totais, teor de sólidos solúveis, carotenóides totais, vitamina C, cinzas e proteína durante a fermentação da polpa de pimenta obtida da cultivar Tabasco, obtida no Ceará (2003/2005).

Semana	Açúcares redutores	Açúcares totais	°Brix	Carotenóides totais	Vitamina C	Cinzas	Proteína
	(g/100 g)			(mg/100 g)			
0	4,01	4,26	24,7	189,2	42,5	11,5	2,7
1	3,44	3,62	24,2	185,2	45,6	10,3	3,4
2	3,35	3,66	22,4	231,6	79,2	9,9	1,9
3	3,08	3,28	22,1	201,9	60,3	11	3,2
4	2,05	2,51	23,2	272,6	37,8	9	3,8
5	2,97	2,76	22,1	169,3	57,7	9,9	3,4
6	2,76	2,76	22,4	202,9	59,8	9,5	3,8

O teor de capsaicinóides aumentou a partir da segunda semana, mantendo-se constante até a quarta semana (Tabela 11). Na quinta semana, houve uma redução no teor de capsaicinóides. Como o valor da polpa de pimenta está associado ao teor de capsaicina, a fermentação deve ser interrompida na quarta semana. Os teores de capsaicinóides apresentaram aumento expressivo, provavelmente, devido ao processo de quebra das células e sua liberação no meio aquoso. Esse fato é de grande importância, uma vez que o produtor é remunerado de acordo com o teor desses compostos na polpa.

Tabela 11. Valores de capsaicina, dihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina e capsaicinóides totais durante a fermentação da polpa de pimenta.

Semana	Capsaicina	Dihidrocapsaicina	Nordihidro-capsaicina	Total
	(SHU)			
0	41450	10725	756	52930
1	41219	9523	702	51443
2	65095	15406	1711	82212
3	66458	15171	1447	83076
4	64916	16075	1160	82150
5	36641	8882	586	46108
6	48941	11216	686	60843

Na Tabela 12, tem-se o perfil de diferentes populações microbianas durante o processo fermentativo. Com o início da fermentação, observou-se aumento na população de bactérias lácticas totais, sendo que a partir da segunda semana houve uma completa predominância das bactérias homofermentativas. A fermentação láctica termina com a redução no número de bactérias lácticas e o concomitante aumento na população de bolores e leveduras. O processo de fermentação foi determinante para a sobrevivência de bactérias enteropatogênicas, responsáveis por muitas das doenças transmitidas por alimentos. Após duas semanas de fermentação não foi mais possível detectar esse grupo microbiano.

A análise microbiológica revelou a ocorrência de um processo fermentativo láctico, conduzido por bactérias lácticas homofermentativas, o que contribui fortemente para a redução dos níveis de microorganismos deterioradores e a eliminação de enterobactérias, aumentando a segurança microbiológica da polpa

Tabela 12. Microbiologia da polpa de pimenta Tabasco produzida no Ceará, durante o processo de fermentação.

Semana	Aeróbicos totais	Bolores e leveduras (UFC)	Entero- bactérias	Láticas (UFC)		
				Totais	Homofermen.	Heterofermen.
0	8,40E+06	3,20E+07	5,00E+05	2,80E+06	2,10E+06	3,00E+06
1	8,60E+07	2,30E+05	8,00E+02	1,10E+08	8,60E+07	1,70E+07
2	9,10E+07	5,80E+04	N.D.	2,70E+07	2,40E+07	N.D.
3	6,30E+06	5,10E+05	N.D.	1,20E+07	6,00E+06	N.D.
4	4,90E+05	9,80E+05	N.D.	1,30E+06	1,20E+06	N.D.
5	5,90E+04	3,10E+06	N.D.	1,80E+05	2,90E+05	N.D.
6	3,35E+04	4,10E+06	N.D.	7,90E+04	9,30E+04	N.D.

Estimativas de Coeficiente Técnico

A seguir são apresentados os coeficientes técnicos estabelecidos por produtores do Estado do Ceará, para o cultivo de pimenta Tabasco período 2001-2006 (Tabela 13).

Tabela 13. Estimativa de coeficientes técnicos para cultivo de 1 ha de pimenta Tabasco.

Operações	Unid.	Quant.
1. Insumos		
Mudas	mil	14
1.1 Corretivos e fertilizantes		
Adubo orgânico	m ³	10
NPK (10 28 20)	Saco (50 kg)	12
Uréia	Saco (50 kg)	4
Cloreto de potássio	Saco (50 kg)	8
Micronutrientes	L	2
Cálcio e boro	L	2
Potássio	L	2
1.2. Defensivos		
Enxofre	kg	2
Oxicloreto de cobre	kg	4
Piretroide	L	1
Redutor de pH	L	2
Imidacloprido	30 g	10
Adesivo espalhante	L	2
2. Preparo do solo		
Subsolador/arado	h/tr ⁽¹⁾	2
Grade aradora	h/tr	2
Sulcadora	h/tr	1
Quebra-vento	d/H ⁽²⁾	2
3. Tratos culturais		
Adubação de fundação	d/H	16
Transplântio	d/H	8
1 ^a poda	d/H	2
2 ^a poda	d/H	6
Adubação de cobertura (1)	d/H	10
Pulverizações manuais	d/H	20
Capinas manuais	d/H	60
4. Irrigação		
Energia (2)	kW/h	2.500
Distribuição do sistema	d/H	2
Mão-de-obra	d/Ha	60
5. Colheita		
Colheita manual (2)	d/H	825

⁽¹⁾h/tr: hora trator; ⁽²⁾d/H: dia/Homem

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods 995.03: capsaicinoids and their extractives liquid chromatographic method: official methods m of analysis**. 17th ed. Washington, DC, 2000. cap. 43, p.13.

CRISÓSTOMO, J. R. **Aperfeiçoamento do sistema de produção e de processamento de polpa de pimenta para o mercado americano**. Brasília: CNPq, 2005. 37 p. Relatório final de projeto.

CRISÓSTOMO, J. R.; BARRETO, P. D.; CARDOSO, J. W.; ARAGÃO, F. A. S.; SILVA, J. F.; SANTOS, F. H. C. Variação fenotípica na cultivar de pimenta Tabasco Machllenny no Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, jul. 2004. Suplemento 2. 1 CD-ROM. Edição de resumos do 44 Congresso Brasileiro de Olericultura, Campo Grande, jul. 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2001. 390 p.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Relatório de visita ao agronegócio de produção de pasta de pimenta picante da fazenda Avai, CE**. Fortaleza, 2001. 20 p.

GOVINDARAJAN, V. S.; SATHYANARAYANA, M. N. Capsicum production, technology, chemistry, and quality. Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition, and metabolism; structure, pungency, pain, and desensitization sequences. **CRC Critical Reviews Food Science and Nutrition**, v. 29, p. 435-473, 1991.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas técnicas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3.ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

KOBATA, K.; TODO, T.; YAZAWA, S.; IWAI, K.; WATANABE, T. Novel capsaicinoid-like-substances, capsiate and dihydrocapsiate, from the fruits of a nonpungent cultivar, CH-19 sweet, of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p.1695-1697, 1998.

SUDHAKAR, T.; RAVISHANKAR, G. A.; VENKATARAMAN, L. V. Separation of capsaicin from phenylpropanoid compounds by high performance liquid chromatography to determine the biosynthetic status of cells and tissues of *Capsicum frutescens* Mill. in vivo and in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 2461-2463, 1992.

TODD, P. H., BENSINGER, M. G., BIFTU, T. Determination of pungency due to capsaicin by gas-liquid chromatography. **Journal of Food Science**, v. 42, p. 660-665, 1977.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Paterniani, E.; Viégas, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho.** 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p. 137-214.

WIKIPEDIA. Scovilles Scale. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Scoville_scale>. Acesso em: 16 dez. 2008.



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

